



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Stålforbindelsesmidlers gennembrændingshastighed i træ

Hviid, Niels Jørgen

Publication date:
1980

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Hviid, N. J. (1980). *Stålforbindelsesmidlers gennembrændingshastighed i træ*. Institut for Bygningsteknik, Aalborg Universitet. IFB/A Nr. 7904

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK

INSTITUTE OF BUILDING TECHNOLOGY AND STRUCTURAL ENGINEERING
AALBORG UNIVERSITETSCENTER · AUC · AALBORG · DANMARK

PRÆSENTERET PÅ DET 5. NORDISKE TRÆSYMPOSIUM
AALBORG, MAJ 1979

NIELS JØRGEN HVIID
STALFORBINDELSESMIDLERS GENNEMBRÆNDINGSHASTIGHED I TRÆ
FEBRUAR 1980

IFB/A 7904

INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK

INSTITUTE OF BUILDING TECHNOLOGY AND STRUCTURAL ENGINEERING
AALBORG UNIVERSITETSCENTER · AUC · AALBORG · DANMARK

PRÆSENTERET PÅ DET 5. NORDISKE TRÆSYMPOSIUM
AALBORG, MAJ 1979

NIELS JØRGEN HVIID
STALFORBINDELSESMIDLERS GENNEMBRÆNDINGSHASTIGHED I TRÆ
FEBRUAR 1980

IFB/A 7904

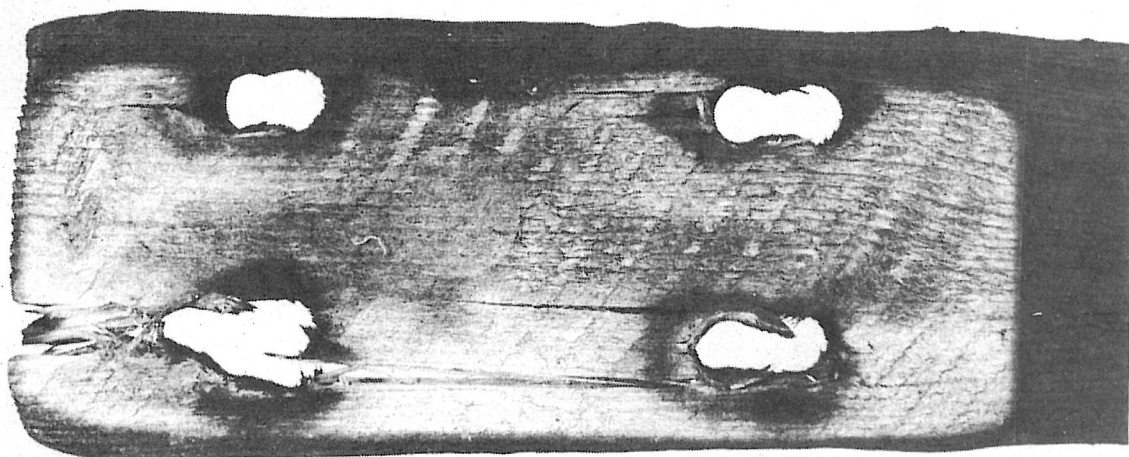
STÅLFORBINDELSESMIDLERS GENNEMBRÆNDINGSHASTIGHED I TRÆ

Af akademiingeniør Niels Jørgen Hviid, Aalborg Universitetscenter

I det følgende redegøres for resultaterne af de indledende undersøgelser i forbindelse med delprojektet "Stålforbindelsesmidlers gennembrændingshastighed i træ". I forhold til det resumé, der er medtaget i den foreløbige udgave af symposieberetningen fra Nordisk Træsymposium 1979 (Nordisk Trætidsskrift, hæfte nr. 6, 1979), indeholder denne redegørelse en mere omfattende beskrivelse af forsøgsbetingelser og måleresultater.

Projektets baggrund

Som et led i gennemførelsen af projektet "Trækonstruktionssamlingers brandmodstandsevne" (finansieret via en TOP-bevilling på kr. 50.000,-) er der på AUC's brandlaboratorium gennemført en række fuldskalabrandforsøg med trækpåvirkede trækonstruktionssamlinger, hvori indgik stålforbindelsesmidler i form af bolte, søm, kamsøm, sømplader og tandplader. På nogle få undtagel-



Figur 1. Kontaktflade af sidestykke i 2-snitts-boltesamling. (4 bolte uden mellemlæg). Trækullaget afrenset. Bemærk de aflange huller stammende fra boltenes gennembrænding i træet. Det endelige "brud" skete ved flækning ved bolten nederst til venstre på figuren.

ser nær har det vist sig, at samlingerne mister bæreevnen (udviser uacceptabelt store deformationer) som følge af bortbrænding af træmaterialet omkring de opvarmede ståldele. Se figur 1.

På grund af det store antal parametre, der må tages i betragtning ved sådanne fuldskalaforsøg, har resultaterne fra disse forsøg ikke i sig selv kunnet danne grundlag for opstilling af en model til bestemmelse af størrelsesordenen af indbrændingen mellem træ og ståldele i afhængighed af relevante parametre. Da kendskabet til denne indbrænding imidlertid er en afgørende forudsætning for beregning af den virkelige samplings bæreevne under brandpåvirkning, er nærværende projekt igangsat med henblik på afklaring af dette isolerede problem.

Projektets formål

På denne baggrund kan projektets hovedformål sammenfattes således:

- at bestemme størrelsen af indbrændingshastigheden mellem træ og opvarmede ståldele i afhængighed af
 - ståltemperaturen
 - belastningsniveau (hulrandspænding)
 - kraft/fiberretning
 - dimensioner

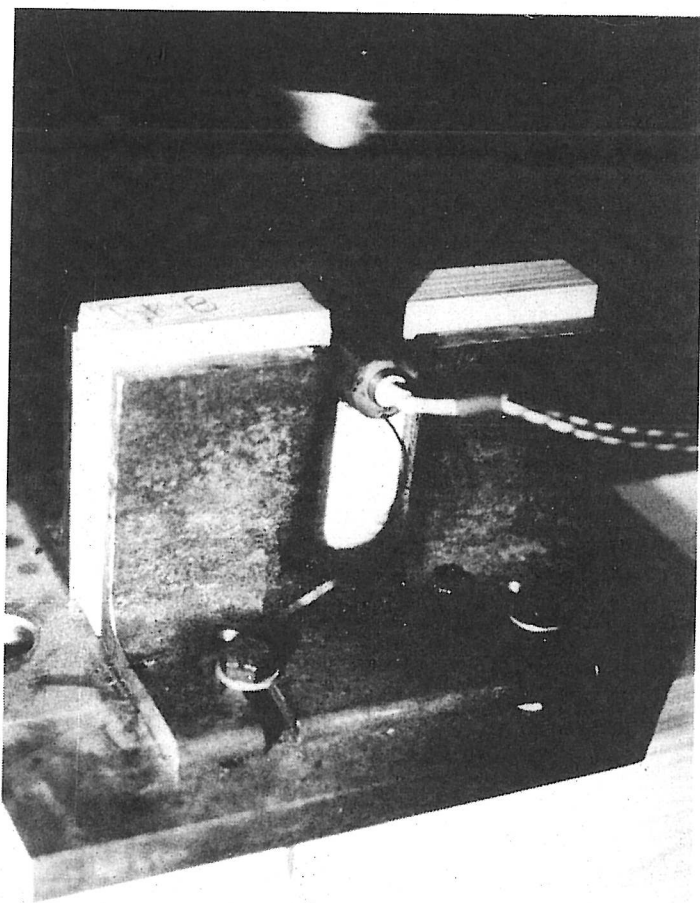
Herigennem er det muligt ved efterfølgende delprojekter

- at opstille en beregningsmodel til bestemmelse af temperaturfordelingen i stålforbindelsesmidler under brandpåvirkning,
- at sammenfatte ovenstående punkter til en beregningsmodel til bestemmelse af virkelige trækonstruktionssamlingers deformationsforløb ,
- at eftervise modellen ved fuldskalabrandforsøg.

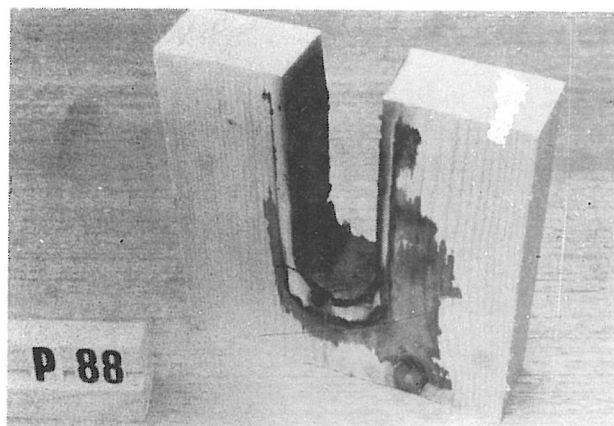
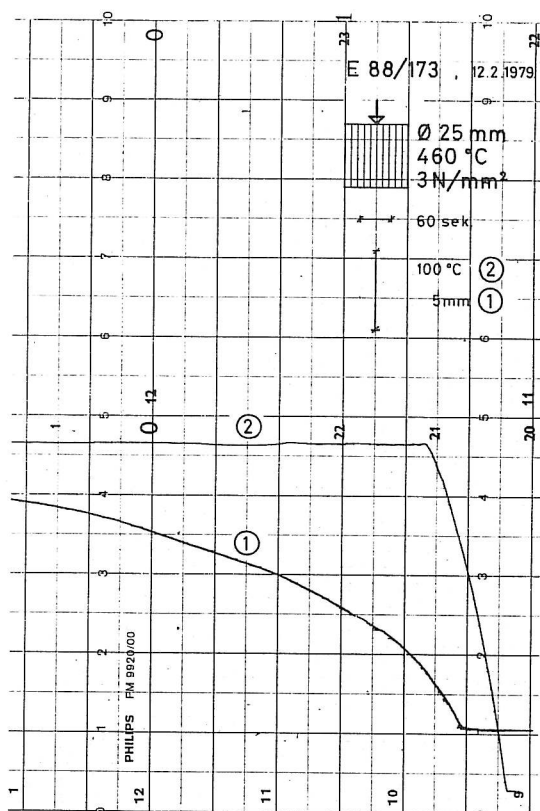
Projektets gennemførelse

Hidtil er gennemført en indledende forsøgsserie til bestemmelse af indbrændingsforholdene for tværbelastede ståldorne, idet der er tilstræbt samme temperatur og hulrandspænding over hele kontaktfladen mellem træ og stål. Prøvelegemerne var høvlede fyrbrædder 25×125 mm konditioneret til et fugtindhold på ca. 9%. De blev under forsøgene understøttet på den korte side eller endeflader (afhængig af kraft/fiberretningen) og fastholdt i vertikal stilling af to justerbare vinkeljernsbeslag forsynet med udskæringer for ståldornens passage. Ståldornen blev opvarmet ved hjælp af et aksialt indboret, elektrisk varmelegeme, og dens temperatur bestemtes som gennemsnit-

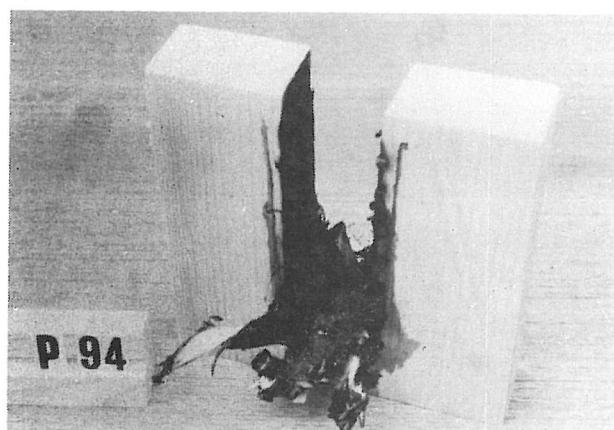
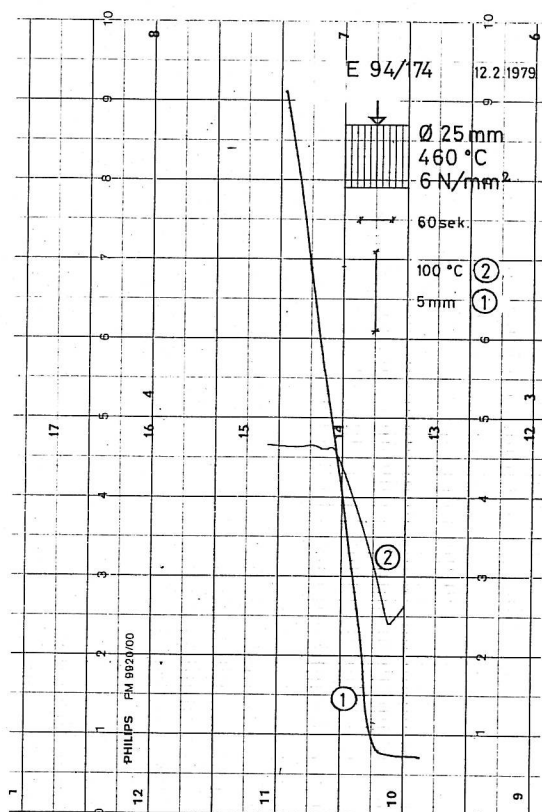
tet af temperaturen målt i tre punkter i dornens midtvertværsnit ca. 0,5 mm fra overfladen. Temperaturen blev styret ved manuel regulering af den tilførte elektriske effekt. Belastningen på dornen blev overført som en linie-last ved hjælp af et særligt udformet stålbeslag, der samtidigt sikrede en fuldstændig vertikal bevægelse af dornen. Det her beskrevne udstyr (se figur 2) var monteret mellem trykfladerne på en almindelig universalprøvemaskine, der således fungerede som styreenhed for påføring af den mekaniske last. Gennembrændingshastigheden blev bestemt ved hjælp af et stopur samt et måleur indskudt mellem prøvemaskinens trykflader. Med passende mellemrum mælttes, hvor lang tid der forløb under gennembrændingen af en given strækning, og af de således fundne gennembrændingshastigheder beregnedes et gennemsnit, der karakteriserede den enkelte prøvning. Denne metode viste sig at være rimeligt nøjagtig ved prøvninger, hvor gennembrændingshastigheden holdt sig nogenlunde konstant under hele prøvningen, men da der ved en del prøvninger forekom stærkt aftagende gennembrændingshastigheder, var det her ikke muligt med den valgte målemetode at bestemme én karakteristisk værdi for den pågældende prøvning. For at få et mere detaljeret billede af ind-



Figur 2. Forsøgsopstilling med prøvelegeme isat. Trykprøvemaskinen er ikke vist.



Figur 3. Herover er vist et prøvelegeme efter prøvning svarende til det til venstre herfor angivne tidsmæssige forløb af gennembrændingen (1) og ståltemperaturen (2) for en prøvning, der viste aftagende gennembrændings-hastighed.



Figur 4. Herover er vist et prøvelegeme efter prøvning svarende til det til venstre herfor angivne tidsmæssige forløb af gennembrændingen (1) og ståltemperaturen (2) for en prøvning, der viste konstant gennembrændings-hastighed.

brændingens tidsmæssige forløb blev der efter afslutningen af den egentlige forsøgsserie gennemført en række prøvninger, hvor det mekaniske måleur blev erstattet af en elektronisk flytningstransducer, hvis signal førtes til en y-t-skriver (flytningen optegnet som funktion af tiden). Ved aflæsning af hældningen af den således optegnede kurve (dy/dt) fås til vilkårlige tidspunkter den aktuelle gennembrændingshastighed.

Figur 3 og figur 4 viser eksempler på sådanne kurver. I begge tilfælde er der tale om prøvninger ved kraft/fiberretning 0° , dorndiameter 25 mm og ståltemperatur 460°C . I det første eksempel (figur 3) er hulrandspændingen 3 N/mm^2 , og man ser her tydeligt, hvordan gennembrændingshastigheden (hældningen af kurve 1) aftager med tiden, hvorimod det andet eksempel (figur 4), hvor hulrandspændingen er 6 N/mm^2 , viser en helt jævn gennembrændingshastighed. Forklaringen på disse forskelle må være, at der ved de lavere spændingsniveauer er mulighed for opbygning af et isolerende trækullag foran dornen, således at varmen herfra med tiden skal passere et stadigt tykkere isolerende lag, hvorved temperaturen i forbrændingszonen falder med aftagende forbrændingshastighed til følge. Billedet på figur 3 viser resterne af det omtalte trækullag. Ved de højere spændingsniveauer sker dornens gennembrænding med en så stor hastighed, at et tilsvarende trækullag her ikke kan opbygges. Se billedet figur 4.

Disse to principielt helt forskellige gennembrændingsforløb forekommer iøvrigt ved alle de kombinationer af temperaturniveau, kraft/fiberretning og dorndiameter, der er undersøgt i den her omtalte forsøgsserie.

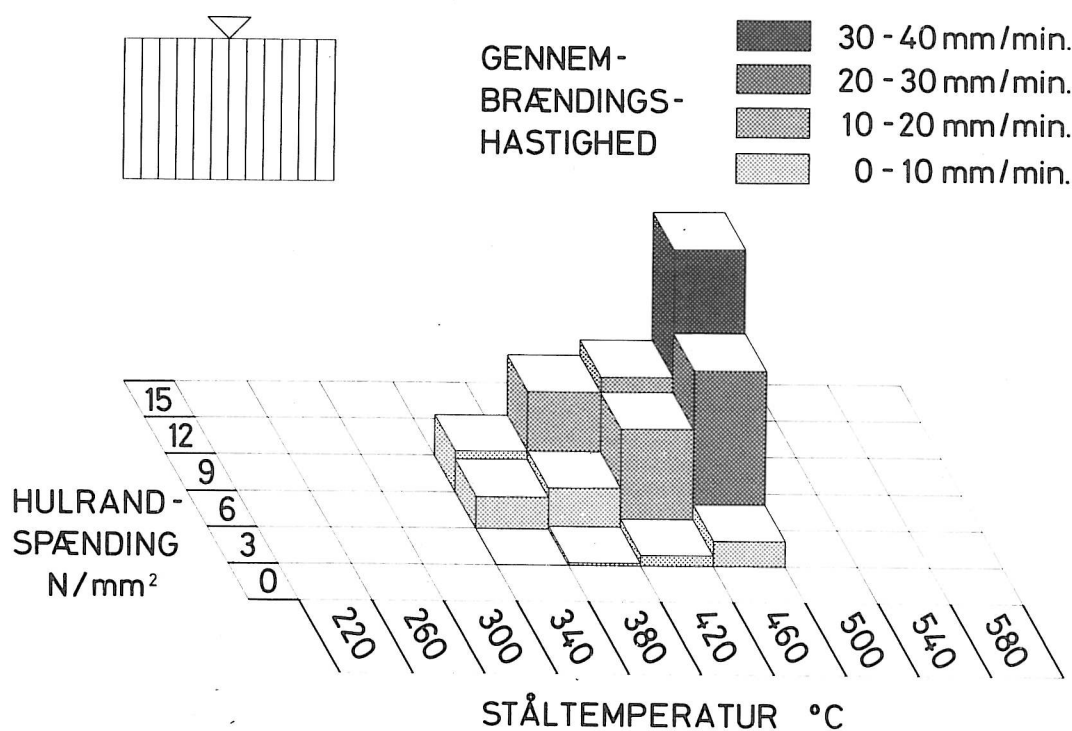
Ud fra resultaterne fra en række pilotforsøg blev parametrene variationsområder fastlagt således:

ståltemperatur, $^\circ\text{C}$:	340, 380, 420, 460, (500), (540)
hulrandspænding, N/mm^2 :	3, 6, 9, (12)
kraft/fiberretning:	0° , 90°
dorndiameter, mm:	12, 25

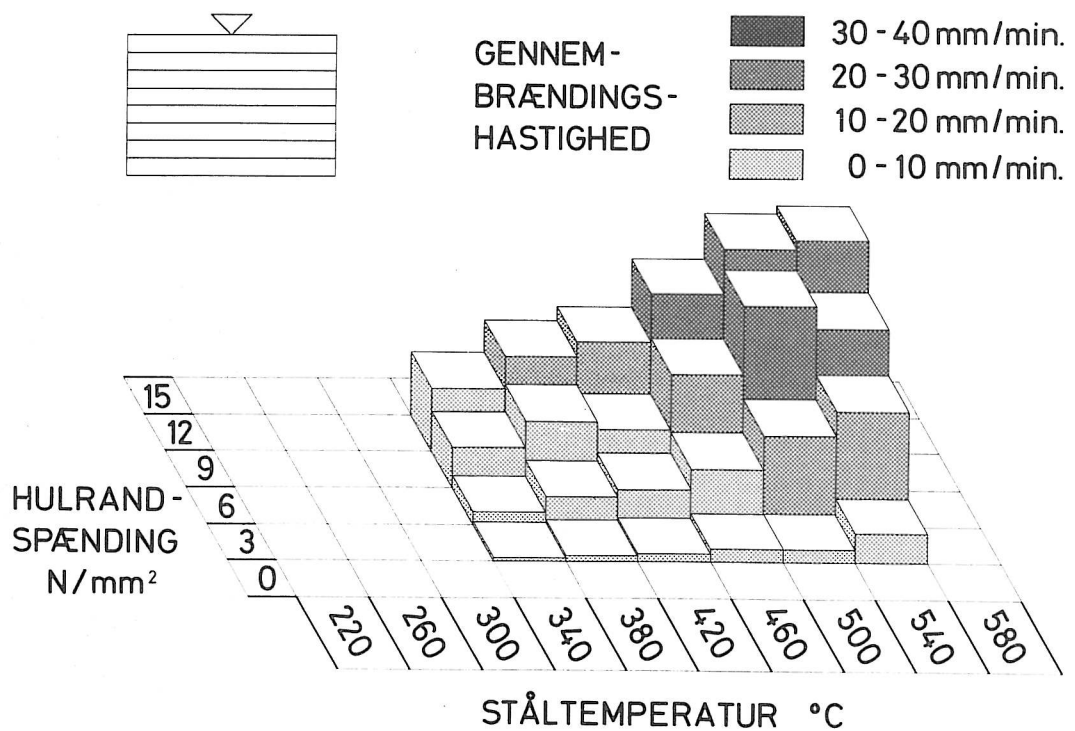
Tallene i parentes gælder ikke for kraft/fiberretning 0° . For hver af de 72 mulige kombinationer af parametrene gennemførtes to prøvninger altså ialt 144 prøvninger, der hver især repræsenterer én værdi af gennembrændingshastigheden. Ved prøvninger, hvor gennembrændingshastigheden var aftagende jævnføre ovenstående, skønnedes en "begyndelses-gennembrændingshastighed".

Hidtidige resultater

Resultaterne fra den indledende forsøgsserie udviser en ret stor spredning, hvilket ud over naturlige variationer i træmaterialet i prøvelegemerne pri-



Figur 5. Gennembrændingshastigheder ved kraft/fiberretning 0°. Dorndiameterens eventuelle virkning er negligeret.



Figur 6. Gennembrændingshastigheder ved kraft/fiberretning 90°.

mært skyldes den tidligere omtalte uhensigtsmæssige metode til bestemmelse af gennembrændingshastigheden. I konsekvens af denne store spredning er resultaterne kun angivet oversigtsmæssigt i diagramform, figur 5 og figur 6, hvor størrelsesordenen af gennembrændingshastighederne er angivet i spring på 10 mm/minut. Resultaterne kan dog sammenfattes således:

På signifikansniveau 99,9% gælder:

Stigende ståltemperatur giver stigende gennembrændingshastighed.

Stigende hulrandspænding giver stigende gennembrændingshastighed.

Ved kraft/fiberretning 0° giver større dorndiameter større gennembrændingshastighed. Dette kan dog skyldes ret udtalte randeffekter.

Ved kraft/fiberretning 90° er der gensidig afhængighed (vekselvirkning) mellem temperaturens og hulrandspændingens virkning.

På signifikansniveau 95% forekommer enkelte andre vekselvirkninger.

Ved betragtning af 95%-konfidensintervallerne kan endvidere sluttes:

Kraft/fiberretningen har ingen påviselig virkning ved de lavere ståltemperaturer og hulrandspændinger.

Ved de højere ståltemperaturer og hulrandspændinger er gennembrændingshastigheden større ved kraft/fiberretning 0° end ved kraft/fiberretning 90° .

Projektets videreførelse

De indledende prøvninger, der her er beskrevet, har vist to ting af afgørende betydning for projektets videreførelse. For det første må bestemmelsen af gennembrændingshastighed baseres på kontinuerlig, elektronisk måling af indbrændingen i lighed med det princip, der tidligere er omtalt i forbindelse med kurverne på figur 3 og figur 4. I den forbindelse må der yderligere fastlægges en metode til vurdering af størrelsen af gennembrændingshastigheden i de tilfælde, hvor denne ikke er konstant i tiden. For det andet viser resultaterne, at der ved de hulrandspændingsniveauer, der ved almindelig dimensionering regnes "tilladelige", selv ved det lavest undersøgte temperaturniveau (340°C) forekommer gennembrændingshastigheder af størrelsesordenen 10 mm/min, hvilket naturligvis i de fleste sammenhænge vil være en uacceptabel deformationshastighed. Det er således åbenbart, at de videre undersøgelser må udvides til også at omfatte de højere spændingsniveauer i kombination med temperaturer under de hidtil undersøgte.

